

EL FANTASMA TELEOLÓGICO Y LAS METÁFORAS DE INTENCIONALIDAD EN LOS LIBROS DE TEXTO NO DISTINGUIDAS POR ESTUDIANTES NOVATOS: UN POSIBLE OBSTÁCULO PARA EL APRENDIZAJE

*ALONSO, MANUEL¹; AMBROSINI, CRISTINA²; CARBALLO, SILVIA I.¹; GARÓFALO,
SOFÍA¹; NOTHSTEIN, SUSANA³; STELLA, CARLOS⁴*

¹Departamento de Ciencias Biológicas,

²Departamento de Introducción al Pensamiento Científico,

³Departamento de Humanidades, Ciclo Básico Común,

⁴Departamento de Bioquímica Humana, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.
Ramos Mejía 841 C1405CAE, Ciudad de Buenos Aires.

Correo electrónico: m_alonso@live.com.ar

RESUMEN

En la Biología actual, las explicaciones con sentido teleológico o conducta intencional ocasionan una paradoja con importantes implicancias didácticas: utilizar explicaciones predarwinianas o incluso antidarwinianas distorsiona la comprensión del hecho biológico a la luz de la teoría de la evolución, al no tener en cuenta los caracteres teleomático, teleonómico y adaptativo involucrados. En este trabajo, en cambio, el objetivo se dirigió a indagar si tales enunciados cargados de teleología y metáforas de intencionalidad eran reconocidas y diferenciadas por estudiantes universitarios novatos de primer año frente a expresiones con el mismo sentido biológico que no incluyeran tales errores de expresión. No obstante, las evidencias mostradas en este trabajo, dan cuenta de que los estudiantes no logran distinguir entre ambos tipos de expresiones; por lo cual, sería probable que las implicaciones de la utilización de estos términos teleológicos o intencionales se convierta en un obstáculo epistemológico. Al menos, origina la sospecha de que consideren que tienen un sentido biológico tan válido como el que describen expresiones de causa-efecto ya sean teleonómicas, telemáticas o de adaptación. De allí que el profesor, como un “cazafantasmas” también debe estar atento y no bajar la guardia para una “vigilancia epistemológica” que evite se infiltren los modos de expresión del pensamiento teleológico.

Palabras clave: procesos teleológicos, procesos teleomáticos, procesos teleonómicos, metáforas de intencionalidad, evolución.

INTRODUCCIÓN

Antes de Darwin, el campo de la Biología era dominado por la visión heredada de Aristóteles (siglo III a. C.). Luego, traducida por el cristianismo, esta tradición dio lugar al “Creacionismo”. La Vida, para Aristóteles, estaba presidida por una teleología natural, es decir, la tendencia de la naturaleza a desarrollar sus posibilidades o potencias, y esto en una doble dimensión: en el desarrollo de cada individuo biológico y en la naturaleza en su conjunto. Frente a la idea creacionista, la teoría de la evolución de Darwin opone la idea de la selección natural no finalista. El carácter “ciego” de este proceso (Dawkins, 1986) no orientado a ningún fin, marca una ruptura trascendental en el modo de comprender el fenómeno de la Vida y de la inserción del ser humano como ser vivo en el mundo natural y cultural. A pesar de ello y aun luego de exponerlo teóricamente, en los discursos académicos y profesionales del ámbito de la Biología, es habitual hacer uso de expresiones que atribuyen —tanto a los seres vivos como a sus estructuras, funciones o comportamientos— propósitos deliberados y conscientes respecto de su funcionamiento y/o evolución. Estas expresiones, denominadas “metáforas de intencionalidad” (Kacelnik, 2009), omiten la distinción entre los actos intencionales llevados a cabo por un ser humano y los efectos físicos y/o químicos que se observan en los seres vivos. Según Mayr (2006) ninguna idea ha influido más en la Biología como este pensamiento teleológico. El término *telos* presenta un doble significado: el aristotélico, como proceso con un objetivo definido y previsible desde que comienza, y el referido a la terminación de un proceso dirigido hacia un estado final.

En la Biología actual, las explicaciones con sentido teleológico o conducta intencional ocasionan una paradoja con importantes implicancias didácticas: utilizar explicaciones predarwinianas o incluso antidarwinianas distorsiona la comprensión del hecho biológico a la luz de la teoría de la evolución, al no tener en cuenta los caracteres teleomático, teleonómico y adaptativo involucrados (Mayr, 2006). En un trabajo previo (Alonso, 2012) se buscó mostrar la presencia recurrente de tal paradoja, en manuales de Biología y de Bioquímica. Se efectuó la búsqueda y análisis de este tipo de explicaciones teleológicas o de conducta intencional en un manual de Biología (Sadava *et al.*, 2009) y en tres manuales de Bioquímica (Devlin, 2000; Voet y Voet, 2004; Berg *et al.*, 2007), ampliamente utilizados en la enseñanza de cursos generales de estas disciplinas y reconocidos por su calidad académica.

En este trabajo, en cambio, el **objetivo** se dirigió a indagar si tales enunciados cargados de teleología y metáforas de intencionalidad eran reconocidas y diferenciadas por estudiantes universitarios novatos de primer año frente a expresiones con el mismo sentido biológico que no incluyeran tales errores de expresión.

METODOLOGÍA

Se construyeron 4 encuestas, dos con diez pares de afirmaciones y otras dos con nueve, pares. Uno de los enunciados de cada par fue extraído de los manuales mencionados, en los que se observaban formas de expresión teleológicas o mostraran intencionalidad. El otro enunciado resultó una modificación del extraído del libro, de forma tal que, sin perder el sentido original, no incluyera un razonamiento teleológico ni tuviera intencionalidad. Estas expresiones fueron propuestas por los autores de la encuesta buscando preservar la idea central de la teoría involucrada, que incluye falta de finalidad en el modo de conceptualizar el proceso involucrado en cada caso. Cabe destacar que los cuestionarios fueron armados repartiendo aleatoriamente las expresiones extraídas de los libros, sin ningún tipo de preferencia para agruparlas por tema. Asimismo, se trató de que en cada encuesta hubiera un número similar de expresiones de cada fuente consultada. Se incluyó, también, una tercera opción que afirmaba que las anteriores —ya sea la del libro o la modificada— eran indistintas desde su sentido biológico. Se les propuso a 237 estudiantes voluntarios del Ciclo Básico Común,

primer año de estudios de la Universidad de Buenos Aires, que eligieran entre las tres opciones cuál tenía un sentido biológico correcto. Las 4 encuestas se encuentran en los Cuadros 1, 2, 3 y 4 del ANEXO.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuestionario 1, el 36% de los estudiantes logró discernir entre la afirmación no teleológica o no intencional y la que sí lo era, el 30.7% fue el porcentaje de respuestas correctas para el cuestionario 2, el 23.91% para el cuestionario 3 y el 23.01% para cuestionario 4 (Figura 1). Es decir que, en promedio, sólo el 28,62% de los encuestados logró reconocer la opción con sentido biológico que no incurriera en afirmaciones teleológicas o con intencionalidad (Figura 2). El 22,21% de los que respondieron el cuestionario 1 eligió como respuesta con un correcto sentido biológico a la frase teleológica o con intencionalidad extraída de alguno de los manuales, mientras que el 20.65%, el 23.91% y el 30,52% hicieron lo mismo al responder respectivamente los cuestionarios 2, 3 y 4 (Figura 1), observando un promedio del 24,32% entre los 4 grupos encuestados (Figura 2). Estos resultados toman más peso aún cuando se analizan en conjunto con los porcentajes de estudiantes que no distinguieron cuál de las dos opciones tenía un sentido biológico correcto, no teleológico ni intencional. Así, el 40.98%, el 48,58%, el 52,18% y el 46,47% (Figura 1) se ubican en esta categoría, con un promedio general de 47.05% (Figura 2).

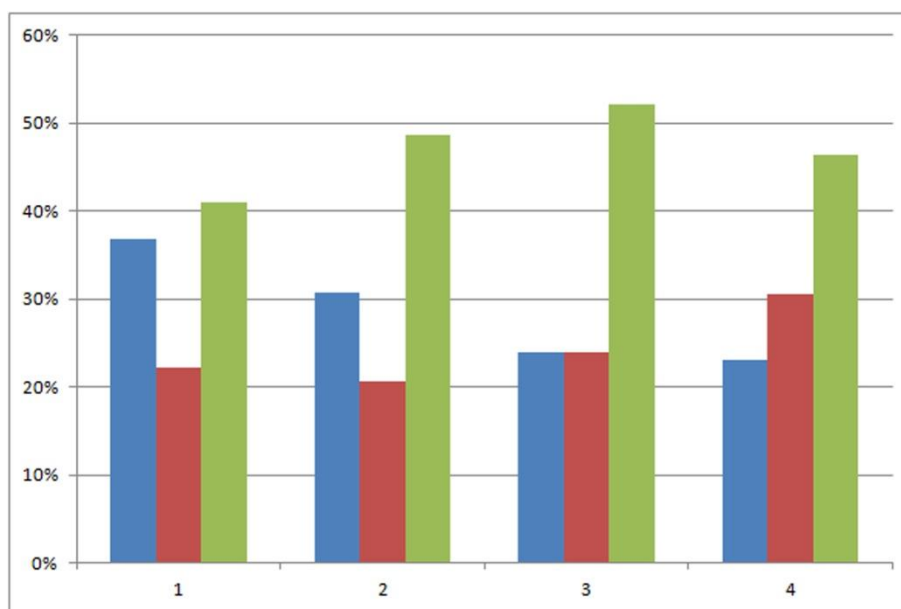


Figura 1. Respuestas de los estudiantes a los cuestionarios con afirmaciones teleológicas y de intencionalidad y su contrapartida no teleológica ni intencional. Los números de la abscisa representan el número de cada cuestionario. Los porcentajes corresponden a las opciones elegidas: afirmación no teleológica o de intencionalidad (barra azul), afirmación teleológica (barra roja), afirmación que sostiene que ambos enunciados tienen el mismo sentido biológico (barra verde).

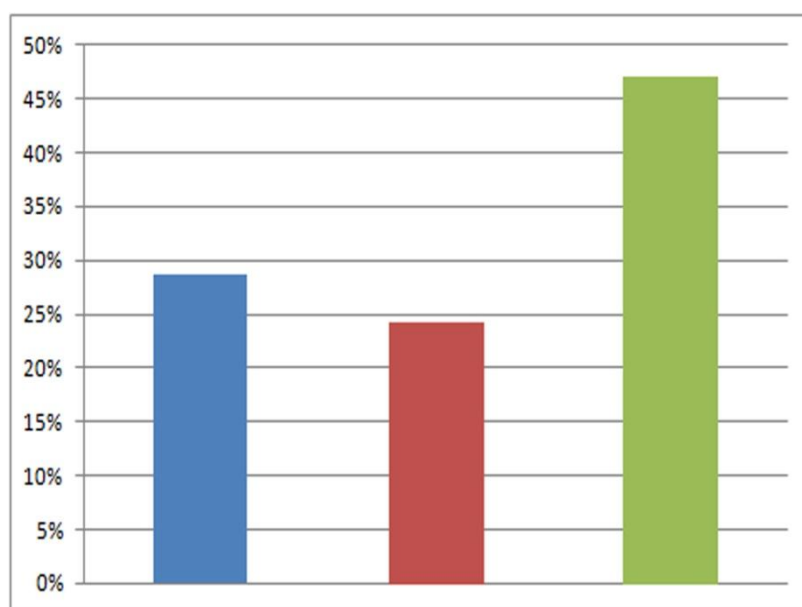


Figura 2. Promedio de los porcentajes de respuestas de los estudiantes a los 4 cuestionarios con afirmaciones teleológicas y de intencionalidad y su contrapartida no teleológica ni intencional. En azul, elección de opción no teleológica; en rojo, elección de opción teleológica; en verde, elección de opción que afirma que ambos enunciados tienen el mismo sentido biológico.

Como se menciona en la introducción, Mayr (2006) propone diferentes categorías de actividades relacionadas con los procesos biológicos. Las teleomáticas resultan en un estado final sin que sea relevante que las entidades implicadas sean vivas o formen parte de un proyecto, como por ejemplo, las mutaciones y la evolución son ejemplos. Por otra parte, las teleonómicas cuyo estado final resulta de la estructura de las entidades implicadas; y, por tanto, son consecuencia, de la ejecución de un programa no intencional, cifrado en el material genético. Y la adaptación, que resulta un resultado a posteriori, más que una búsqueda de objetivos a priori, por tanto, tampoco es un proceso teleológico.

Los enunciados puestos a consideración de los estudiantes, correspondían a alguna de estas tres acciones, las cuales, en su mayoría, no fueron distinguidas de las acciones teleológicas ni de las metáforas de intencionalidad fruto del comportamiento consciente.

Kacelnik (2009) justifica el uso de las metáforas de intencionalidad, aduciendo que si bien este recurso para una explicación no es el más exacto, puede ser una forma de lenguaje más práctica. Sin embargo, numerosas publicaciones (Castro y Valbuena, 2007; Chaves Mejía, 2009) dan cuenta de que utilizar expresiones que suponen intencionalidad o la existencia de una conducta consciente puede constituir un obstáculo epistemológico en el aprendizaje de la teoría de la evolución. El porcentaje de estudiantes que logró observar la diferencia de sentidos biológicos entre las expresiones contrapuestas de cada pregunta indica que la forma en que se explican los conceptos presentados en los textos analizados podrían inducir un aprendizaje incorrecto desde un sentido estrictamente biológico tomando en cuenta la innovación que supone la teoría evolutiva respecto a las teorías anteriores. Se debe tener presente que uno de los méritos de la teoría evolutiva ha sido el de superar el enfoque del “diseño inteligente”; y que perder de vista este logro distorsiona luego la transposición didáctica. Por consiguiente, constituirían un obstáculo epistemológico, si tales expresiones no son aclaradas especialmente por el docente o por el texto, indicando que se trata de una licencia didáctica propia de la forma en que se utiliza habitual y cotidianamente el lenguaje. Este trabajo muestra que tal obstáculo existe, desde el momento en que los estudiantes no

perciben la intromisión de una forma teleológica de explicación, que hace que el concepto pierda, al menos parte, de su sentido biológico: explica el proceso, la estructura o el comportamiento, con aseveraciones que contradicen claramente los presupuestos básicos de la teoría evolutiva, sean teleonómicas, telemáticas o de adaptación. Tal forma de expresarse, podría también entenderse como una transposición o una manera de facilitar la comprensión del contenido, otorgándole al proceso biológico o a la estructura en cuestión características antropomórficas como la capacidad de dirigir sus acciones de acuerdo a decisiones conscientes que buscan un fin determinado.

López (1996 citado por Castro Moreno y Valvuela Ussa, 2007), afirma que la explicación teleológica "no se debería intentar erradicarla de la enseñanza, ya que ésta es una forma particular de hacer explicaciones en la Biología". López sostiene esta idea afirmando que "cuando los biólogos emplean el lenguaje teleológico, no están necesariamente usando explicaciones antropomórficas". En tal sentido, afirman Castro Moreno y Valvuela Ussa (2007) dicha autora defiende el uso de la teleología en las "explicaciones biológicas de maestros, libros de texto y estudiantes, ya que de esa manera se puede comprender un proceso conocido comparándolo con uno que no se entiende en su totalidad". Esta licencia que señala la autora, podría ser atendible en el caso de la enseñanza en niños de menor edad que un estudiante universitario. Como señala Piaget (1979), el pensamiento científico, se corresponde con el grado más alto de evolución de la inteligencia para el que, en condiciones normales, estarían capacitados los alumnos incluso en el nivel preuniversitario. De modo que resultaría inadecuado el enfoque didáctico que recurre a metáforas de intencionalidad.

CONCLUSIONES

No obstante, las evidencias mostradas en este trabajo, dan cuenta de que los estudiantes no logran distinguir entre ambos tipos de expresiones; por lo cual, sería probable que las implicaciones de la utilización de estos términos teleológicos o intencionales se convierta en un obstáculo epistemológico. Al menos, origina la sospecha de que consideren que tienen un sentido biológico tan válido como el que describen expresiones de causa-efecto ya sean teleonómicas, telemáticas o de adaptación. En este sentido se coincide plenamente con Castro Moreno y Valvuela Ussa (2007), y se agrega que no sólo pueden ocasionar obstáculos para el aprendizaje de la evolución, sino aún para comprender el origen de procesos y estructuras que tienen lugar en los seres vivos.

Volviendo al inicio del planteo y retomando el interés por señalar un obstáculo recurrente en la enseñanza de la teoría evolutiva y de la biología en general, se destaca la denominación de "fantasma" para esta tendencia a adjudicar intencionalidad a los procesos biológicos, para animizar lo que ocurre en la naturaleza. Ligado al pensamiento mágico, este rasgo "animista" se caracteriza como una entidad invisible que deambula en muchos manuales de biología y de bioquímica, y que, al igual que los fantasmas, puede ser erradicada si lo sometemos al examen crítico. De allí que el profesor, como un "cazafantasmas" también debe estar atento y no bajar la guardia para una "vigilancia epistemológica" que evite se infiltren los modos de expresión del pensamiento teleológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, M., Ambrosini, C., Nothstein, S., Paczkowski, M. (2012). "El fantasma teleológico en la enseñanza de la Biología y una paradoja que se resiste a ser erradicada". En *Memorias de las X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Asociación Docentes de Biología de la República Argentina (ADBIA)*, Villa Giardino, Córdoba, Argentina, 11-13 de octubre.

- Berg, J. M.; J. L. Tymoczko y L.Stryer (2007). *Bioquímica*. Barcelona: Reverté, 6º edición, 2008.
- Castro, J.; Valbuena, E. (2007). *¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la biología escolar*. Tecné, Episteme y Didaxis, (Colombia) 1(22): 126-145.
- Chaves Mejía G. A. (2009). La teleología como un obstáculo epistemológico en la enseñanza de la evolución. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza* 2 (1), 1:9.
- Dawkins, R. (1986). *El relojero ciego*. Madrid: Labor
- Devlin, T. M. (2000). *Bioquímica*. Barcelona: Reverté, 1999.
- Kacelnik, A. (2009). Evolución y comportamiento. *Ciencia Hoy*, 19 (113): 11-19.
- Mayr, E. (2006). *Por qué es única la Biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*. Buenos Aires: Katz.
- Piaget, J. (1979). *Psicología de la inteligencia*. Buenos Aires: Psique.
- Sadava, D., Heller, H. C., Orians G. H., Purves. W. H., Hillis, D. M. (2008). *Vida, la ciencia de la Biología*. Buenos Aires: Médica Panamericana, 8º edición, 2009.
- Voet D., Voet, J.G. (2004) *Bioquímica*. Buenos Aires: Médica Panamericana.

ANEXO

Cuestionario 1. Afirmaciones teleológicas o de intencionalidad versus afirmaciones no teleológicas ni de intencionalidad. Se solicitó a 63 estudiantes voluntarios que eligieran el enunciado que les parecía tuviera un sentido biológico más correcto para cada afirmación. Si consideraban que ambas afirmaciones tenían el mismo sentido, debían indicarlo mediante la elección de la opción c). La cita de autor no se incluyó en la encuesta entregada a los estudiantes.

1) Supongamos que un organismo patógeno, tal como un parásito, expresa en la superficie de sus células un carbohidrato similar a uno de los carbohidratos que determinan los grupos sanguíneos del ser humano. Este carbohidrato del parásito no será reconocido como extraño por la persona cuyo grupo sanguíneo coincida con el carbohidrato del parásito, de forma que el parásito prosperará en ella. Sin embargo, resultarán protegidas las personas que posean un grupo sanguíneo diferente.

a) En consecuencia, existirá una presión selectiva en los seres humanos para diversificar los tipos de sangre, con el fin de evitar el mimetismo (=semajanza) del parásito y, a la vez, habrá una presión selectiva en los parásitos para mejorar este mimetismo. (Berg, 2007, p. 315.)

b) Esto provocará que exista una presión selectiva en los seres humanos que dará por resultado diversificar los tipos de sangre. Como consecuencia, se evitará el mimetismo (=semajanza) del parásito y, a la vez, habrá una presión selectiva en los parásitos para mejorar este mimetismo.

c) a y b son igualmente correctas

2) a) Las vías metabólicas perciben la situación de las demás y, de este modo, funcionan óptimamente y satisfacen las necesidades del organismo.

b) Cada una de las vías metabólicas debe ser capaz de percibir la situación de las demás y funcionar óptimamente para satisfacer las necesidades del organismo. (Berg, 2007, p. 760.)

c) a y b son igualmente correctas

3) a) Para que el tejido muscular pueda continuar su función en un estado anaerobio, las células musculares cambian hacia el tipo de fermentación ácido-láctica (Sadava, 2008, p 148)

b) El tejido muscular puede continuar su función en un estado anaerobio, dado que las células musculares cambian hacia el tipo de fermentación ácido-láctica.

c) a y b son igualmente correctas

4) a) Para controlar la liberación de energía durante la oxidación de la glucosa en la célula, la evolución ha llegado a la larga cadena transportadora de electrones. (Sadava, 2008, p 148)

b) El control de la liberación de energía durante la oxidación de la glucosa en la célula se debe a la larga cadena transportadora de electrones producida evolutivamente.

c) a y b son igualmente correctas

5) a) Cuando un animal normal es sobrealimentado, las grasas adicionales resultantes, de algún modo, envían señales al cerebro para inducir al animal a comer menos y a gastar más energía (Voet,y Voet, 2004, p. 1103)

b) Cuando un animal normal es sobrealimentado, las grasas adicionales resultantes, de algún modo, envían señales al cerebro que inducen al animal a comer menos y a gastar más energía.

c) a y b son igualmente correctas

6) a) La sangre de estos organismos debe contener un transportador de O₂ como la Hb porque la solubilidad del O₂ en el plasma sanguíneo (el componente líquido de la sangre) es demasiado baja. (Voet,y Voet, 2004, p. 334).

b) La sangre de estos organismos contiene un transportador de O₂ como la Hb que transporta más oxígeno que si éste estuviera disuelto en el plasma sanguíneo (el componente líquido de la sangre) en el cual la solubilidad del oxígeno es demasiado baja.

c) a y b son igualmente correctas.

7) a) Hay evidencia circunstancial considerable de enzimas sucesivas en la vía de la glucólisis que se asocian [a la membrana] [...], como consecuencia se facilita la transferencia eficiente de los intermediarios (=sustratos) de las enzimas.

b) Hay evidencia circunstancial considerable de enzimas sucesivas en la vía de la glucólisis que se asocian [a la membrana] [...], se presume que para facilitar la transferencia eficiente de los intermediarios (=sustratos) de las enzimas. (Voet,y Voet, 2004, p. 603)

c) a y b son igualmente correctas

8) a) La estrategia química de la glucólisis es:

-Agregar grupos fosforilo a la glucosa.

-Convertir por métodos químicos a los intermediarios fosforilados en compuestos con potencial alto de transferencia de grupos fosfato. (Voet,y Voet, 2004, p. 603)

-Acoplar por métodos químicos la hidrólisis subsecuente de sustancias reactivas a la síntesis de ATP.

b) En la glucólisis:

-Se agregan grupos fosforilo a la glucosa.

-Se convierten mediante reacciones químicas a los intermediarios fosforilados en compuestos con potencial alto de transferencia de grupos fosfato.

-Se acoplan mediante reacciones químicas la hidrólisis subsecuente de sustancias reactivas a la síntesis de ATP.

c) a y b son igualmente correctas

9) a) La glucólisis continúa dado que el NAD⁺, que las células tienen en cantidades limitadas, se recicla luego de que se reduce a NADH...

b) Para que continúe la glucólisis, el NAD⁺, que las células tienen en cantidades limitadas, debe reciclarse luego de que se reduce a NADH... (Voet y Voet, 2004, p. 622)

c) a y b son igualmente correctas

Cuestionario 2. Afirmaciones teleológicas o de intencionalidad versus afirmaciones no teleológicas ni de intencionalidad. Se solicitó a 68 estudiantes voluntarios que eligieran el enunciado que les parecía tuviera un sentido biológico más correcto para cada afirmación. Si consideraban que ambas afirmaciones tenían el mismo sentido, debían indicarlo mediante la elección de la opción c). La cita de autor no se incluyó en la encuesta entregada a los estudiantes.

1) a) La glucólisis cumple dos objetivos: degrada la glucosa para producir ATP y suministra fragmentos carbonados para la biosíntesis. (Berg, 2007, p. 762)

b) La glucólisis degrada la glucosa con la consecuente producción de ATP y suministra fragmentos carbonados que se utilizan en la biosíntesis.

c) a y b son igualmente correctas

2) a) El principal objetivo del riñón es producir orina, que sirve de vehículo para excretar productos de desecho del metabolismo y para mantener la osmolaridad de los fluidos orgánicos. (Berg, 2007, p. 768)

b) La principal función del riñón es producir orina, que sirve de vehículo de excreción de productos de desecho del metabolismo y, de este modo, mantiene la osmolaridad de los fluidos orgánicos.

c) a y b son igualmente correctas

3) a) ¿Cómo son reguladas en la célula las interconversiones entre las vías metabólicas que como consecuencia mantienen constante el conjunto metabólico?

b) ¿Cómo regula la célula las interconversiones entre las vías metabólicas para mantener constante el conjunto metabólico? (Sadava, 2008, p. 155)

c) a y b son igualmente correctas

4) a) En el sistema digestivo, el almidón se hidroliza a glucosa, la cual pasa a la sangre y es distribuida al resto del organismo. Sin embargo, antes de que esto ocurra, se debe realizar un control regulador: ¿hay suficiente glucosa en la sangre para suplir las necesidades del cuerpo? Si la hay, el exceso de glucosa se convierte en glucógeno y se almacena en el hígado. (Sadava, 2008, p. 155)

b) En el sistema digestivo, el almidón se hidroliza a glucosa, la cual pasa a la sangre y es

distribuida al resto del organismo. Sin embargo, si hay cierta concentración de glucosa en la sangre, el exceso se convierte en glucógeno y se almacena en el hígado.

c) a y b son igualmente correctas

5) a) Los animales pueden ingerir algunos alimentos por razones diferentes de las de obtener la energía o los nutrientes que proporcionan. Por ejemplo, algunas especies de ranas tienen veneno en la piel. Al igual que muchos otros animales que se defienden de los depredadores con compuestos tóxicos, estas ranas tienen colores brillantes y prominentes que advierten a los posibles predadores sobre los peligros de comerlas. ¿Dónde obtienen las ranas estos venenos? Algunas especies los obtienen de la ingestión de ciertas especies de hormigas. Las ranas pueden comerlas porque son inmunes a los venenos de las hormigas. (Sadava, 2008, p. 1151).

b) Los animales pueden ingerir algunos alimentos que no sólo les proveen energía o nutrientes. Por ejemplo, algunas especies de ranas tienen veneno en la piel. Al igual que muchos otros animales que se defienden de los depredadores con compuestos tóxicos [...]. ¿Dónde obtienen las ranas estos venenos? Algunas especies los obtienen de la ingestión de ciertas especies de hormigas. Las ranas pueden comerlas porque son inmunes a los venenos de las hormigas.

c) a y b son igualmente correctas.

6) a) El NADH producido por este proceso se reoxida de manera continua y como consecuencia se mantiene el suministro de NAD^+ de la vía.

b) El NADH producido por este proceso debe reoxidarse de manera continua para mantener el suministro de NAD^+ de la vía. (Voet y Voet, 2004, p. 603)

c) a y b son igualmente correctas

7) a) Muchos enzimas reguladores de velocidad tienen vidas medias relativamente cortas; por ejemplo, la de la piruvato carboxiquinasa es de 5 h. Esta característica proporciona un mecanismo para efectuar fluctuaciones en la actividad de una vía mucho más amplia de lo que sería posible mediante inhibición o activación de los niveles existentes de enzima.

b) Muchos enzimas reguladores de velocidad tienen vidas medias relativamente cortas; por ejemplo, la de la piruvato carboxiquinasa es de 5 h. Desde un punto de vista teleológico (de su finalidad en el proceso) esto es razonable, ya que proporciona un mecanismo para efectuar fluctuaciones en la actividad de una vía mucho más amplia de lo que sería posible mediante inhibición o activación de los niveles existentes de enzima. (Devlin, 2000, p. 175).

c) a y b son igualmente correctas

8) a) Desde el punto de vista de la levadura, la fermentación alcohólica tiene un beneficio práctico que la fermentación láctica no le proporciona: las levaduras utilizan al etanol como una clase de antibiótico para eliminar organismos competidores. (Voet y Voet, 2004, p. 623)

b) La fermentación alcohólica tiene un beneficio práctico para la levadura que la fermentación láctica no le proporciona: el etanol producido por las levaduras actúa como un antibiótico que elimina organismos competidores.

c) a y b son igualmente correctas

9) a) El flujo metabólico se controla y como consecuencia:

-Proporciona los productos a la velocidad a la que se necesitan, esto es, equilibrar el abastecimiento y la demanda.

-Se mantienen, dentro de un rango estrecho, las concentraciones del estado estacionario de los intermediarios en una vía (homeostasis).

b) Hay dos razones por las que debe controlarse el flujo metabólico.

-Para proporcionar los productos a la velocidad a la que se necesitan, esto es, equilibrar el abastecimiento y la demanda.

-Para mantener, dentro de un rango estrecho, las concentraciones del estado estacionario de los intermediarios en una vía (homesostasis). (Voet y Voet, 2004, p. 627)

c) a y b son igualmente correctas

Cuestionario 3. Afirmaciones teleológicas o de intencionalidad versus afirmaciones no teleológicas ni de intencionalidad. Se solicitó a 56 estudiantes voluntarios que eligieran el

enunciado que les parecía tuviera un sentido biológico más correcto para cada afirmación. Si consideraban que ambas afirmaciones tenían el mismo sentido, debían indicarlo mediante la elección de la opción c). La cita de autor no se incluyó en la encuesta entregada a los estudiantes.

1) a) La primera [fase] es la descarboxilación oxidativa de la glucosa 6-fosfato y su finalidad es la producción de NADPH para las biosíntesis reductoras y de ribosa 5-fosfato para la síntesis de nucleótidos. (Berg, 2007, p. 763).

b) La primera [fase] es la descarboxilación oxidativa de la glucosa 6-fosfato que tiene como consecuencia la producción de NADPH que se utiliza en las biosíntesis reductoras y de ribosa 5-fosfato que se utiliza en la síntesis de nucleótidos.

c) a y b son igualmente correctas

2) a) Los aminoácidos no son utilizados principalmente en forma catabólica, sino en la síntesis de proteínas ¿A qué se debe?

b) El fin prioritario de los aminoácidos no es el catabólico, sino la síntesis de proteínas ¿Cuál es el fundamento de esta elección? (Berg, 2007, 769-770).

c) a y b son igualmente correctas

3) a) Para mantener sus concentraciones adecuadas en el interior y en el exterior de las células, los iones deben retrotransportarse (Sadava, 2008, p. 862).

b) El mantenimiento de las concentraciones adecuadas en el interior y en el exterior de las células de los iones es consecuencia de su retrotransporte.

c) a y b son igualmente correctas

4) a) La mayoría de estos peces son muy pequeños, pero algunos han adquirido evolutivamente un cuerpo fino y plano con una gran superficie externa. (Sadava, 2008, p. 1026).

b) La mayoría de estos peces son muy pequeños, algunos presentan un cuerpo fino y plano con una gran superficie externa como resultado de la evolución.

c) a y b son igualmente correctas

5) a) La mosca escorpión macho también proporciona una recompensa material a su compañera, que lo devora mientras copulan (Sadava, 2008, p. 1152, Fig. 53.13).

b) La mosca escorpión macho es devorada por su compañera mientras copulan.

c) a y b son igualmente correctas

6) a) La polimerización del exceso de glucosa y su almacenamiento [...] que puede movilizarse con facilidad en momentos de necesidad metabólica protege a los organismos superiores de una posible escasez de energía.

b) Los organismos superiores se protegen de una posible escasez de energía mediante la polimerización del exceso de glucosa y su almacenamiento [...] que pueden movilizar con facilidad en momentos de necesidad metabólica (Voet y Voet, 2004, p. 647)

c) a y b son igualmente correctas

7) a) Asimismo, el cerebro presenta un sistema de filtración muy eficiente, mediante el cual los objetos del interior del ojo, que podrían originar una distorsión en la visión, se vuelven invisibles.

b) Asimismo, el cerebro ha diseñado un sistema de filtración muy eficiente, mediante el cual los objetos del interior del ojo que podrían originar una distorsión en la visión, se vuelven invisibles (Devlin, 2000, p. 932)

c) a y b son igualmente correctas

8) a) En el músculo, la falta de ATP provoca la conversión del glucógeno en glucosa-6-fosfato que ingresa en la glucólisis.

b) En el músculo, la necesidad de ATP provoca la conversión del glucógeno en glucosa-6-fosfato para ingresar en la glucólisis (Voet y Voet 2004, p. 648).

c) a y b son igualmente correctas.

9) a) Los seres vivos coordinan sus actividades a todo nivel de su organización por medio de sistemas de señales químicas complejas. (Voet y Voet 2004, p. 681)

b) Sistemas de señales químicas complejas coordinan las actividades de los seres vivos a todo nivel

de su organización.

c) a y b son igualmente correctas.

10) a) Como ejemplo, se considerarán algunas pruebas de la hipótesis de que, entre las presas disponibles, la presa cazada por los animales presenta la máxima tasa a la que obtienen energía. [...] Para determinar la relación entre la comida que toma el animal y la incorporación de energía, los ecólogos del comportamiento pueden caracterizar cada tipo de alimento de dos formas: según el tiempo que le lleva al animal perseguir, capturar y consumir un determinado producto o por la cantidad de energía que contiene un producto.

b) Como ejemplo, se considerarán algunas pruebas de la hipótesis de que los animales toman decisiones entre presas disponibles de forma de maximizar la tasa a la que obtienen energía. [...] Para determinar cómo un animal debería elegir comida para maximizar su incorporación de energía, los ecólogos del comportamiento pueden caracterizar cada tipo de alimento de dos formas: según el tiempo que le lleva al animal perseguir, capturar y consumir un determinado producto, o por la cantidad de energía que contiene un producto (Sadava, 2008, p. 1149)

c) a y b son igualmente correctas

Cuestionario 4. Afirmaciones teleológicas o de intencionalidad versus afirmaciones no teleológicas ni de intencionalidad. Se solicitó a 50 estudiantes voluntarios que eligieran el enunciado que les parecía tuviera un sentido biológico más correcto para cada afirmación. Si consideraban que ambas afirmaciones tenían el mismo sentido, debían indicarlo mediante la elección de la opción c). La cita de autor no se incluyó en la encuesta entregada a los estudiantes.

1) a) Uno de las principales consecuencias de las muchas alteraciones bioquímicas que tienen lugar en este período es el mantenimiento de la homeostasis de la glucosa.

b) Uno de los principales fines de las muchas alteraciones bioquímicas que tienen lugar en este período es mantener la homeostasis de la glucosa. (Berg, 2007, p. 770)

c) a y b son igualmente correctas

2) a) La primera prioridad del metabolismo en el ayuno es suministrar suficiente cantidad de glucosa al cerebro y a otros tejidos (por ejemplo, los glóbulos rojos) que son totalmente dependientes de este combustible. (Berg, 2007, p. 772)

b) En el ayuno se mantiene principalmente el suministro de suficiente cantidad de glucosa al cerebro y a otros tejidos (por ejemplo, los glóbulos rojos). Éstos son totalmente dependientes de este combustible,

c) a y b son igualmente correctas

3) a) La entrega de O_2 a los tejidos es tan sólo la mitad de la función respiratoria de la sangre. La sangre también capta CO_2 , un producto de desecho metabólico, y lo lleva fuera de los tejidos

b) La entrega de O_2 a los tejidos es tan sólo la mitad de la función respiratoria de la sangre. La sangre también debe captar CO_2 , un producto de desecho metabólico, y llevarlo afuera de los tejidos. (Sadava, 2008, p. 1038)

c) a y b son igualmente correctas

4) a) Algunos animales defienden territorios que utilizan sólo para aparearse. (Sadava, 2008, 1149)

b) Algunos animales defienden territorios aunque en tales territorios sólo se aparean.

c) a y b son igualmente correctas

5) a) La meta de la digestión y la absorción del alimento para cualquier animal es la nutrición. (Sadava, 2008, p. 1089)

b) La nutrición de cualquier animal es consecuencia de la digestión y la absorción del alimento.

c) a y b son igualmente correctas

6) a) La estrecha regulación de la concentración de calcio extracelular lo mantiene en su nivel normal [...].

b) La concentración de calcio extracelular debe regularse estrechamente para mantenerlo en su nivel normal [...] (Voet y Voet 2004, p. 687)

c) a y b son igualmente correctas

7) a) La regulación recíproca de [la glucólisis y la gluconeogénesis] permite satisfacer las necesidades del organismo.

b) [La glucólisis y la gluconeogénesis] están reguladas de manera recíproca para satisfacer las necesidades del organismo. (Voet y Voet 2004, p. 882)

c) a y b son igualmente correctas

8) a) Este proceso en el que el CO_2 es reducido y el H_2O es oxidada para generar hidratos de carbono y O_2 es esencialmente el inverso del metabolismo oxidativo de los hidratos de carbono. (Voet y Voet 2004, p. 907)

b) Este proceso en el que el CO_2 es reducido y el H_2O es oxidada genera hidratos de carbono y O_2 , y es esencialmente el inverso del metabolismo oxidativo de los hidratos de carbono.

c) a y b son igualmente correctas

9) a) [El hígado] funciona para mantener los niveles adecuados de nutrientes en la sangre para ser utilizados por el cerebro, los músculos y otros tejidos. (Voet y Voet 2004, p. 1101)

b) [El hígado] mantiene los niveles adecuados de nutrientes en la sangre que, de este modo, son utilizados por el cerebro, los músculos y otros tejidos.

c) a y b son igualmente correctas

10) a) La glucólisis continúa dado que el NAD^+ , que las células tienen en cantidades limitadas, se recicla luego de que se reduce a NADH ... (Voet y Voet 2004, p. 622)

b) Para que continúe la glucólisis, el NAD^+ , que las células tienen en cantidades limitadas, debe reciclarse luego de que se reduce a NADH ...

c) a y b son igualmente correctas